УДК 004.9:681.3.06

А.И. Сабадаш
ФГОУ ВПО «Государственная морская академия им. адм. С.О. Макарова»,
г. Санкт-Петербург, Россия
aftcmsco citybox.spb.ru

База функционально-ориентированных знаний КСУ ТС судовой ЯЭУ

Освещены вопросы выделения функционально-ориентированных знаний (ФОЗ), присвоения атрибутов ФОЗ для видеокадров ИИС. Рассмотрены отношения атрибутов, положенные в основу структуры базы для хранения и извлечения знаний. Отмечено использование ФОЗ в технологии подготовки оперативного персонала судов с ЯЭУ, оценено покрытие пространства состояний СЯЭУ за счет сценариев типовых ситуаций. Применение ФОЗ оценивается как альтернатива информационно-советующим системам.

Одним из путей повышения безопасности [1] и эффективности управления судовой ЯЭУ является использование информационной поддержки (ИП) оперативного персонала. За счет снижения влияния человеческого фактора сокращается число ЭП, уменьшаются их последствия [2]. Дальнейшее совершенствование ИП для третьего поколения КСУ ТС судовых ЯЭУ предлагается [3] реализовать за счет использования ФОЗ при проектировании видеокадров (ВК) систем управления, а также при подготовке оперативного персонала. ФОЗ используются для поддержки оператора в процессе управления за счет обеспечения использования минимально-достаточных знаний в соответствии с рангом решаемой задачи при формировании вывода на каждом выделенном шаге решения.

ИП в процессе управления обеспечивает представление атрибутов ФОЗ (ATr) в составе видеокадров в статическом или динамическом режиме. Для обозначения ATr на поле ВК принимаются символы (группы символов) или графические обозначения, в значительной мере определяемые системой сложившихся и используемых определений. Учитываются также возможности интерфейса с интерактивными видеокадрами, предлагаемого [4] для третьего поколения систем управления судовыми ЯЭУ. Атрибуты ФОЗ, используемые для ВК интерактивных систем, расширяют множество K [3]. (K Є ATr) в части случаев совпадают с соответствующими элементами из $\{a_i\}$, $\{b_i\}$ и $\{c_i\}$, обеспечивая помимо основного назначения элементов $\{K_i\}$ использование знаний, например, о закономерностях изменения контролируемого процесса. Для ATr, представленных отдельными параметрами (группами параметров), свертками, тенденциями изменения характеризующих величин, отображениями предысторий изменения контролируемых параметров и пр., рассматриваются отношения аналогично соответствующим фреймам:

– принадлежности при разбиении по уровням общности

$$ATrn_{zi} \in \{atrn_{zj}\} \quad \text{и} \quad ATre_{zm} \in \{atre_{zk}\}, \qquad (1)$$

– приоритета по степени важности

$$ATre_{z1} > ATre_{z2} > \ldots > ATre_{zm}, \quad (2)$$

– эквивалентности, определяющей различные способы оценки одного и того же свойства

$$ATre_{z\,n} \equiv ATre_{zm}, \quad (3)$$

– множественного соответствия при нечетких критериях декомпозиции

$$ATre_{z\,1} \Rightarrow ATre_{zn}$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

$$ATre_{z1} \Rightarrow ATre_{zm}. \quad (4)$$

Уровни общности рассматриваются с учетом условий:

$$ATr_z \Leftrightarrow Kn_z$$

$$Kn_z \Leftrightarrow G_z \quad (5)$$

и формализма (18) [5]

$$G_z = < Ge_z, q_z, K_z >, \quad (6)$$

где Kn_z – ФОЗ, используемые при решении задач G_z [3]

$$Kn_z = (Kln_z, Klng_z, Klne_z), \quad (7)$$

где Kln_z,$Klng_z$, $Klne_z$ – ФОЗ, используемые при решении подмножеств задач соответствующих уровней $ATr = \{atr_i\}$, удовлетворяют условию дистрибутивности, что обеспечивает переходы $ATr_z \Leftrightarrow \{atr_{zi}\}$. Для ATr реализуется тройка <H; U;∩> и выполняются для большинства случаев основные условия как для специальных структур. Последнее позволяет представить ATr_z графовой структурой (ATr_{zs}).

Учитывая способы формирования структурных элементов [3], классификация и система отношений являются определяющими факторами при формировании ФОЗ. Онтология классификационных признаков, помимо перечисленных ранее, включает принадлежность $\{atr_i\}$ к группам по типовым режимам (m) и видам ЭП (n), а также уровню решаемых задач. Количество реализуемых вариантов только по двум первым признакам определяется как C_m^n. Высокая размерность сетевой структуры, описывающей рассматриваемые отношения для элементов $ATr = \{atr_i\}$, на практике ограничивается [2] анализом 10 – 15 детерминированных ситуаций с основными видами ЭП. Выделяются характерные этапы процедур практических способов [6] выбора решения в пошаговом режиме. Таким образом определяется реализуемость задачи с конечным числом $ATr_z \Leftrightarrow Kn_z$.

Вводимые ограничения обеспечивают частичное покрытие возможных состояний установки, приводя к необходимости экстраполяции промежуточных результатов. Достаточность используемого подхода подтверждается 15-летней практикой тренажерной подготовки оперативного персонала в учебных центрах для атомных судов и объектов стационарной ядерной энергетики, обучаемого на ограниченном числе типовых ситуаций с основными видами ЭП.

Структуры ATr_{zs} упорядочены. $Kn_{rs} \Leftrightarrow ATr_z$, отношения$\{kn_{zi}\}$ и формализм (7) определяют структуру базы знаний с учетом сущности $\{kn_{zi}\}$. Формирование содержания фреймов подмножеств Kln_z, $Klng_z$, $Klne_z$ производится экспертным путем. При этом учитываются следующие условия:

– однозначно идентифицируется текущее состояние объекта;

– представляются характеристики свойств объекта, существенные для рассматриваемого случая;

– выделяются критериальные параметры (группы параметров), свертки, допустимые диапазоны и тенденции их изменения и пр.;

– определяется взаимосвязь критериальных параметров;

– анализируется кортеж направленных действий;
– прогнозируются результат и возможные последствия выполняемых операций.

Приложение базы ФОЗ реализуется в технологии подготовки оперативного персонала судов с ЯЭУ на основе СУБД Oracl 9i в среде Linux. Для спецификаций используется язык XML. В соответствии с программой подготовки оперативного персонала разработаны сценарии развития типовых ситуаций. Для выделенных в сценариях этапов и основных шагов решения рассматриваемых задач сформированы ФОЗ, представленные атрибутами на ВК дисплейных модулей технологических пультов. ВК представляются оператору в режиме вызова либо выводятся системой ИП в соответствии с развитием ситуации. В режиме вызова при расширенной информационной поддержке оператору предоставляется содержание фреймов соответствующих атрибутов. Обеспечивается закрепление у обучаемого связи между атрибутами ВК и соответствующими закономерностями изменения характеристик, способами использования свойств объекта управления и пр.

ФОЗ использованы оперативным персоналом заказа «С-705» при доработке ВК систем КСУ ТС «Север М-1» как обоснования наборов атрибутов, выводимых на поле видеокадров.

Практика применения в управлении судовыми ЯЭУ интерактивных систем, а также подготовки оперативного персонала на их аналогах с использованием типовых ситуаций показала, что ФОЗ имеют преимущества на этапе применения экспертных моделей для СИПО [7] и при формировании ФОЗ и их атрибутов для ВК. Исключается проявление императивности, оператору предоставляются минимально-достаточные знания о тенденциях изменения текущего состояния установки и пр. для анализа формирования вывода на каждом шаге решения задачи управления.

Литература

1. Правила ядерной безопасности реакторных установок (ПБЯ-С) НП-029-01 // Госатомнадзор России. – М., 2001.
2. Сабадаш А.И., Беляев В.А., Князевский К.Ю. Основные задачи системы информационной поддержки оператора судовых ядерных энергетических установок // Сб. научных трудов международной конференции КДС-95. – Ялта, (Украина). – 1995. – Том 2.
3. Сабадаш А.И., Улезько С.Я. Конфигурирование отображений состояния судовых ЯЭУ // Искусственный интеллект. – 2005. – № 4.
4. Войтецкий В.В. Основные направления совершенствования структурно-аппаратной реализации комплексных систем управления техническими средствами перспективных кораблей // Системы управления и обработки информации. – СПб.: ФРНЦ НПО «Аврора». – 2004. – Вып. 8.
5. Валькман Ю.Р., Сабадаш А.И. Среда управления (свойства, отношения, синтез) // Искусственный интеллект. – 2002. – № 3.
6. Подиновский В.В., Гаврилов В.И. Оптимизация по последовательно применяемым критериям. – М.: Радио, 1975.
7. Сабадаш А.И., Валькман Ю.Р. Система информационной поддержки оператора как средство накопления опыта и активного обучения персонала // Материалы XVI Международной научно-технической конференции секции радиосвязи. – М.: Мортехинформреклама. – 1992. – Т. 1.

A.I. Sabadash

The Base of Functional Knowledge by CSC TM of NEI

The methods of formation frames functional knowledge are considered. The organization of base, attributes of FOK for glides and composition for purpose FOK-corteges are presented. The efficiency of operators decisions are more with information-help by the FOK.

Статья поступила в редакцию 16.10.2007.